

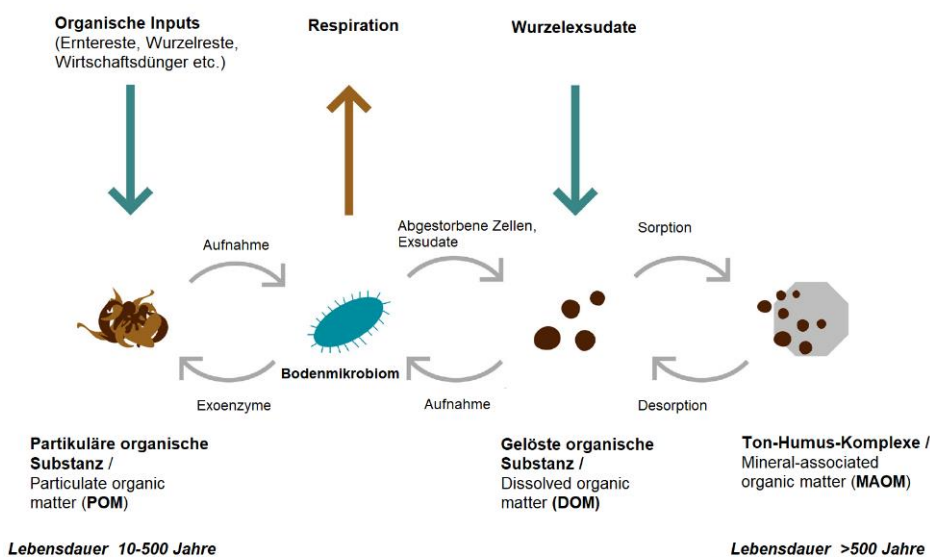
## MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DES HUMUSAUFBAUS

20. Dezember 2024

Zum Thema Humusaufbau wird im Moment viel diskutiert und es kursieren einige Un- und Halbwahrheiten. Landwirten und der Bevölkerung wird häufig der Eindruck vermittelt, dass der Humusgehalt des Bodens grundsätzlich deutlich gesteigert werden kann. Dadurch könnte die Bodenfruchtbarkeit kontinuierlich erhöht und zudem große Mengen an CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre dauerhaft im Boden gespeichert werden, was auch die Bodeneigenschaften insgesamt immer weiter verbessern würde. Welche Möglichkeiten für einen Humusaufbau bestehen und welche Grenzen diesem gesetzt sind, haben wir nach aktuellem Stand des Wissens für Sie zusammengefasst und geben Ihnen Hilfestellungen zu Handlungsmöglichkeiten.

### WAS IST HUMUS?

Zum Thema Humus bestehen zwei Theorien. In der „klassischen“ Theorie wird davon ausgegangen, dass sich Bodenhumus in schnell umsetzbaren „Nähr“- und langsam abbaubaren „Dauer“-Humus aufteilt. Im Dauerhumus finden sich Stoffe, welche langsam „verrotten“ so z.B. strohige- oder verholzte Pflanzenteile. Nährhumus wird aus schnell abbaubaren Ernteresten wie Rapsstroh, Rübenblatt oder flüssigen Wirtschaftsdüngern gebildet. Zu diesem Schluss kam man, da man mit Hilfe von Laugen riesige, stabile, organische Moleküle aus dem Boden extrahieren konnte. Die sogenannten Huminsäuren. Nach der „neuen“ Humustheorie ist die Aufteilung nach Nähr- und Dauerhumus nicht mehr existent. Der Bodenhumus wird demnach vor allem aus Wurzelexudaten (-ausscheidungen) und abgestorbenen Mikroorganismen gebildet, welche zwischen den mineralischen Bodenbestandteilen (Ton-Humus-Komplexe) eingebaut und dadurch vor Abbau geschützt sind. Zu diesem Ergebnis kam man indem versucht wurde, Huminsäuren im Boden direkt nachzuweisen. Da ein Nachweis nie gelang, wird postuliert, dass es keine organischen Substanzen wie Huminsäuren im Boden gibt. Sie entstehen erst im Labor durch die Extraktion mit Laugen. Organische Stoffe werden im Boden ständig ab-, auf- und umgewandelt. Abb.1 zeigt die verschiedenen Entstehungspfade und Umwandlungsprodukte von organischer Substanz im Boden (Erläuterung neben Abb).



**Abb. 1: Regenwürmer verdauen Pflanzenmaterial und vermischen ihre Ausscheidungen mit mineralischen Bodenteilchen. Abgestorbene Bakterien und Exudate von Wurzeln finden sich hingegen zu Ton-Humus-Komplexen zusammen.**

adaptiert von Dynarski et al. 2020 Front. Environ. Sci. 8:514793



### WIE WIRD ER IM BODEN GEMESSEN?

Bodenumus wird hierzulande nach der VDLUFA-Methode ermittelt. Dabei wird eine fein gemörserte Bodenprobe bei 550 °C in reinem Sauerstoff verbrannt und die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Abgas gemessen. Der gesamte Kohlenstoff der Probe (= C<sub>Gesamt</sub>) verbrennt zu CO<sub>2</sub>. Da es sich bei Humus jedoch um organischen Kohlenstoff handelt (= C<sub>org</sub>) muss vom gemessenen C<sub>Gesamt</sub> noch der im Kalk gebundene Kohlenstoff (=C<sub>a</sub>CO<sub>3</sub>-C) abgezogen werden, um den C<sub>org</sub>-Gehalt des Bodens zu berechnen. Da Humus im Mittel zu 58% aus C<sub>org</sub> besteht wird abschließend durch einfache Prozentrechnung der Humusgehalt des Bodens ermittelt. Da die VDLUFA-Methode jedoch nicht zwischen organischem und anorganischem Kohlenstoff unterscheidet, ist es möglich durch die Zufuhr von hoch konzentriertem Kohlenstoff (z.B. aus Pflanzenkohlen) den Humusgehalt eines Bodens künstlich zu erhöhen. Daher sind Aussagen, dass mit Pflanzenkohlen der Humusgehalt einer Fläche erhöht wurde, immer mit Vorsicht zu genießen!

### WELCHE STANDORTFAKTOREN BEEINFLUSSEN DEN HUMUSGEHALT?

- Da sich wie vorher beschrieben organische Substanz in Ton-Humus-Komplexen zusammenfindet, spielt der **Ton-Gehalt** und somit die Bodenart des Standortes eine Rolle. Je weniger Ton enthalten ist, desto niedriger ist in der Regel auch der potenzielle Humusgehalt des Bodens.
- **Bodenruhe:** Unsere Daten zeigen ganz klar. Die Humusgehalte von Grünlandflächen und im Wald sind tendenziell höher als von Ackerland. Der Grund hierfür ist die unterlassene Bodenbearbeitung und damit eine verminderte Durchlüftung und Umsetzung der organischen Stoffe im Boden.
- Weitere wichtige Standortfaktoren, welche den Umsatz von organischer Substanz ebenfalls beeinflussen sind, **Witterung und Klima** (je kühler, desto weniger Umsatz) und ob eine Fläche **grundwassernah oder stauwassergeprägt** ist.

### WELCHEN HUMUSGEHALT KANN MEINE FLÄCHE DAUERHAFT ERREICHEN?

Diese Frage kann nach derzeitigem Stand des Wissens nicht vollständig beantwortet werden. Allerdings kann der Humusgehalt der eigenen Fläche mit Literaturwerten verglichen werden. Dies bietet einen guten Anhaltspunkt über das Potenzial, wieviel Humus eine Fläche speichern kann. Das Vorgehen wird anhand eines Beispiels erläutert. Abb.3 zeigt die Mittel- und Minimal-Werte der vier Bodenartenhauptgruppen Sande, Schluffe, Lehme und Tone auf Grundlage von 6114 Bodenproben aus ganz Deutschland. Die Grafik wird nun folgendermaßen interpretiert: Als Beispiel (Übersicht 1) wurde eine Fläche aus der Bodenartenhauptgruppe der Schluffe aus der Gemarkung Üllershausen ausgewählt. Der Humusgehalt in 0-30 cm ist mit 2,5 % vergleichsweise hoch (Vergleich mit violetten Balken für Schluffe). Im Mittel zeigen Schluffböden einen Humusgehalt von 2,2 %. Das heißt, dass der Humusgehalt von 2,5 % über kurz oder lang auf den Bodenart-typischen Humusgehalt von 2,2 absinken wird.



Abb. 2: Eine solche, tiefgründige Schwarzerde mit 96 Bodenpunkten (aufgenommen von Bayerische Landesanstalt f. Umwelt bei Würzburg) kann ausschließlich durch besondere, klimatische Bedingungen (Steppenklima) entstehen

Der im „Humusüberschuss“ gespeicherte N wird pflanzenverfügbar, kann aber auch über Winter ins Grundwasser ausgewaschen werden. Zudem fällt auf, dass sehr viel Phosphat bzw. Kali im Boden vorhanden sind. Auf dieser Fläche ist dringen geraten, die organische Düngung zu reduzieren. Um die N-Nachlieferung aus dem Humusvorrat abzuschätzen hat sich folgende Faustzahl bewährt: Innerhalb eines Jahres kann auf dieser Fläche von einer N-Nachlieferung aus dem Humus von 1-2 % des gemessenen Gesamtstickstoffgehaltes ausgegangen werden. Dies entspricht einer jährlichen Menge von 62 bis 124 kg N/ha, welche bei der Düngebedarfsermittlung in jedem Fall berücksichtigt werden sollte.

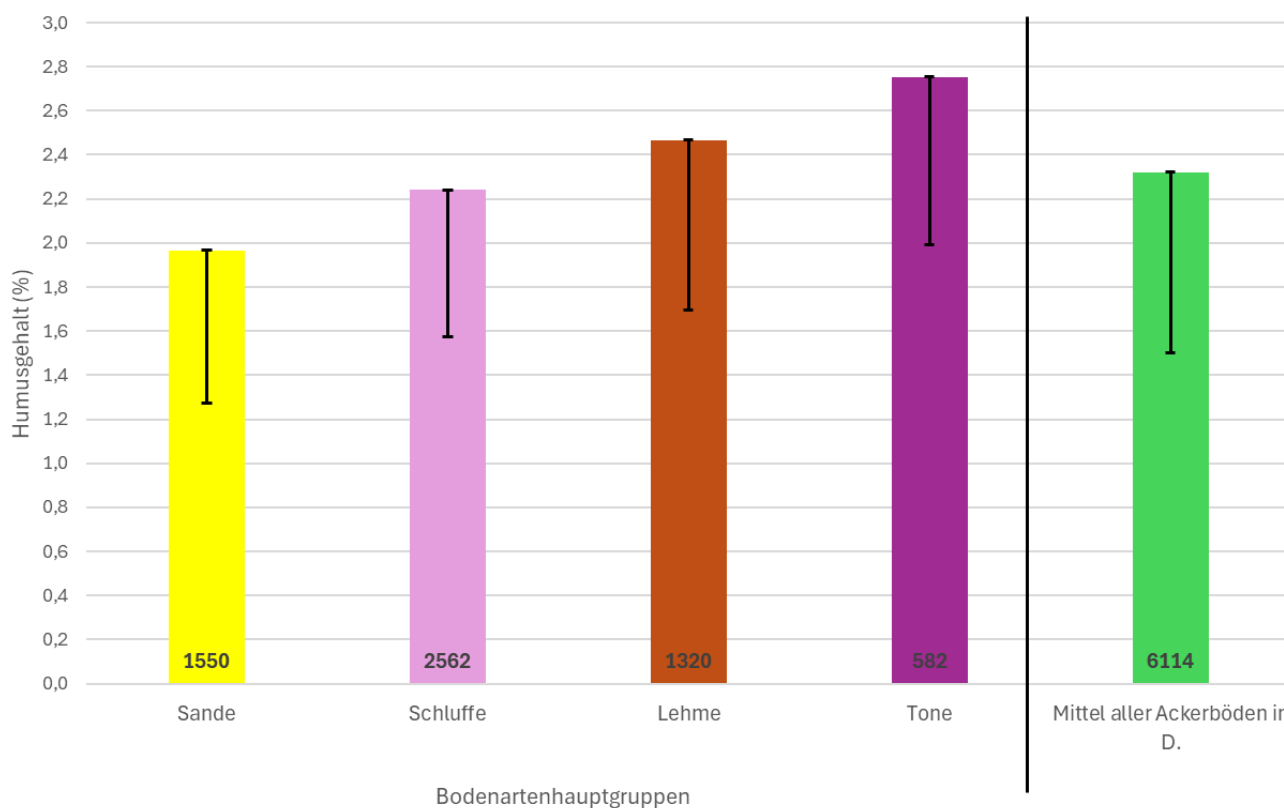


Abb. 3: Mittlere und minimale Humusgehalte der Bodenartenhauptgruppen von insgesamt 6114 Ackerböden. Datenquelle: Vorderbrügge, T. (2024): Vorsorgewerte für Humus in der Krume von Ackerböden, Bodenschutz 01/24

### Übersicht 1: Grundnährstoff-, Humus- und Gesamt-N-Analyse einer Beispielfläche (Bodenart mittel toniger Schluff Ut3)

Objekt:			Nutzung:	<b>Ackerland</b>
Schlagname:	Gmk.: <b>Üllershausen</b>	Schlagnr.:	Größe:	<b>2,2</b>
Analysedatum:	<b>18.10.2022</b>	Gehaltsklasse:	Gehaltsklasse:	
pH-Wert:	<b>6,3</b>	C	K2O [mg/100g]:	<b>33</b> D
P2O5 [mg/100g]*:	<b>34</b>	E	Mg [mg/100g]:	<b>13</b> D
N-gesamt [kg/ha]:	<b>6240</b>	Humusgehalt [%]:	<b>2,5</b>	C/N-Verhältnis: <b>9</b>



### MAßNAHMEN AUF MEINER FLÄCHE:

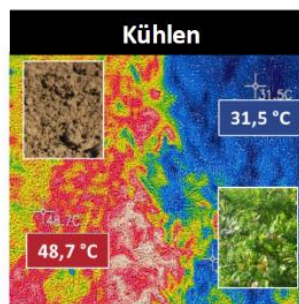
Zunächst ist die Kenntnis des Humusgehaltes und der Bodenart einer Fläche die Grundlage für jegliche Entscheidung hinsichtlich Maßnahmen des Humusaufbaus. Sollte Ihre Fläche unter den bodentypischen Humusgehalten der Abb. 3 liegen, kommen folgende Maßnahmen in Frage:

- **Erntereste nicht vergraben:** Regenwürmer spielen eine entscheidende Rolle beim Humusaufbau. Sie benötigen Erntereste auf der Bodenoberfläche, um diese in ihre Wohnröhren zu ziehen und zu verdauen. Außerdem werden durch eine flache Bodenbearbeitung weniger Bodentiere abgetötet.
- **Möglichst dauerhafte Begrünung anstreben:** Die Exudate (Ausscheidungen) von Wurzeln tragen einen erheblichen Teil zum Humusaufbau bei. Untersuchungen haben gezeigt, dass vom in der Wurzel enthaltenen Kohlenstoff im Mittel bis 46 % in Humus umgewandelt wird. Der Kohlenstoff in der oberirdischen Pflanzenmasse hingegen nur bis ca. 8%.
- **Organische Düngung:** Das Beispiel hat gezeigt, dass durch organische Düngung der Humusgehalt über den standorttypischen Humusgehalt angehoben werden kann. Allerdings ist davon auszugehen, dass ein zu hoher Humusgehalt vor allem den Nährstoffumsatz im Boden erhöht und deshalb nicht dauerhaft zu den positiven Eigenschaften wie einer höheren Wasserspeicherkapazität und einer krümeligeren Bodenstruktur beiträgt. Die organische Düngung sollte deshalb optimalerweise entsprechend der N-Nachlieferung der eingesetzten Wirtschaftsdünger in der Fruchtfolge erfolgen und nicht mit dem Ziel den Humusgehalt zu erhöhen am Maximum gefahren werden.

### FAZIT:

Das Thema Humus ist komplex und bisher auch in der Wissenschaft noch nicht vollständig verstanden. Der Humusgehalt einer Fläche mit niedrigen Ausgangsgehalten ist steigerbar und damit unter anderem auch die Wasserspeicherefähigkeit und die Bodengefügestabilität. Jedoch nur bis zu einem gewissen Maß und über sehr lange Zeiträume. Aus der Rekultivierung von Abraumöden aus dem Tagebau ist bekannt, dass durch die Wiederbewirtschaftung dieser nahezu humusfreien Böden, **bis maximal 0,05 % Humus pro Jahr** aufgebaut werden konnte.

Für Rückfragen und Beratungsanfragen stehen wir Ihnen unter den unten angegebenen Kontaktdaten gerne zur Verfügung!



Ein belebter Boden fördert mit dem Humusaufbau eine Vielzahl an **Funktionen** wie stabile **Bodenstruktur**, multifunktionale **Porenräume** und ein aktives **Bodenleben**.

Abb.4: Maßnahmen für einen belebten Boden (Grafik, Rosinger, C, BOKU-Wien, Vortrag, 26.10.2023 in Nossen)